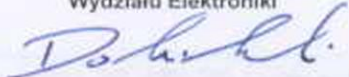


# "ZATWIERDZAM"

Kierownik Studiów Doktoranckich  
Wydziału Elektroniki



dr hab. inż. Andrzej DOBROWOLSKI

Warszawa, dnia 18.11.12

Załącznik Nr 3  
do decyzji Nr 2/PRK/2012  
z dnia 10 maja 2012r.

## SYLABUS PRZEDMIOTU

**NAZWA PRZEDMIOTU:** MATEMATYCZNE MODELE POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO ( MMPE )

(wersja anglojęzyczna) *Mathematical models of the electromagnetic field*

**Kod przedmiotu:** WELEXCSD\_MMPE, WELEXCND\_MMPE, WELHXCSD\_MMPE, WELHXCND\_MMPE

**Nazwa studiów:** studia doktoranckie

**Dyscyplina naukowa studiów:** Elektronika, Telekomunikacja

**Podstawowa jednostka organizacyjna (PJO):** Wydział Elektroniki  
(prowadząca studia doktoranckie)

**Rodzaj studiów:** studia doktoranckie

**Forma studiów:** studia stacjonarne, studia niestacjonarne

**Język prowadzenia:** polski

**Sylabus ważny dla naborów od roku akademickiego:** 2012/2013

### 1. REALIZACJA PRZEDMIOTU

**Osoba(-y) prowadząca(-e) zajęcia (koordynatorzy):** dr hab. inż. Roman KUBACKI, prof. WAT

**PJO/institut/katedra/zakład:** Wydział Elektroniki / ITK / ZR

### 2. ROZLICZENIE GODZINOWE

semestr	forma zajęć, liczba godzin/rygor (x egzamin, + zaliczenie)					punkty ECTS
	razem	wykłady	ćwiczenia	laboratoria	seminarium	
II	30	24/x	6	-	-	3
razem	30	24	6	-	-	3

### 3. PRZEDMIOTY WPROWADZAJACE WRAZ Z WYMAGANIAMI WSTĘPNYMI

- brak przedmiotów wprowadzających

### 4. ZAKŁADANE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Symbol	Efekty kształcenia	odniesienie do efektów kształcenia dla dyscypliny studiów
MMPE_W1	Doktorant ma zaawansowaną wiedzę w zakresie matematyki niezbędną do opisu i analizy działania oraz syntezy złożonych systemów elektronicznych i telekomunikacyjnych	DE_W01, DT_W01.
MMPE_W2	Doktorant ma zaawansowaną wiedzę w zakresie matematycznych modeli opisujących pole elektromagnetyczne pojedynczych i złożonych systemów antenowych.	DE_W04, DE_W06, DT_W04, DT_W06.

MMPE_U1	posiada umiejętności związane z metodyką i metodologią prowadzenia badań naukowych w obszarze elektroniki i telekomunikacji.	DE_U01, DE_U06, DT_U01, DT_U06.
MMPE_U2	potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne, w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując, do realizacji projektów w obszarze elektroniki lub telekomunikacji	DE_U04, DE_U05, DT_U04, DT_U05.
MMPE_K1	Doktorant potrafi pracować w zespole w sposób zapewniający realizację zadania w założonym terminie oraz potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji zadania	DE_K03, DE_K04, DT_K03, DT_K04.

## 5. METODY DYDAKTYCZNE

- wykład – werbalno-wizualna prezentacja treści programowych;
- ćwiczenia – zastosowania praktyczne poznawanych algorytmów;
- samodzielna praca doktoranta – utrwalanie i poszerzanie zasobów wiedzy przedmiotowej.

## 6. TREŚCI PROGRAMOWE

lp.	temat/tematyka zajęć	liczba godzin				
		wykl.	ćwicz.	lab.	proj.	sem.
1.	<b>Propagacja fali w materiałach i metamateriałach.</b> Modele opisujące współczynniki propagacji fali elektromagnetycznej w stratnych materiałach oraz metamateriałach. Przykłady metamateriałów. Zastosowania.	2				
2.	<b>Uprozczone modele obliczania promieniowania.</b> Wyprowadzenie modeli uproszczonych. Analiza stosowności i błędów wynikających z przyjętych aproksymacji.	2				
3.	<b>Potencjały wektorowe, skalare, Hertza.</b> Wyprowadzenie zależności analitycznych na potencjały i potencjały komplementarne. Potencjały wektorowe i skalare. Równanie ciągłości ładunku. Potencjał Hertza.	2				
4.	<b>Uprozczone modele obliczania promieniowania oraz potencjały wektorowe - ćwiczenia</b>		2			
5.	<b>Analiza pola promieniowania.</b> Metody aperturowe wyznaczania pola promieniowania anten mikrofalowych w strefie dalekiej i polu bliskim. Zastosowanie metod aperturowych do wyznaczania pola promieniowania anten mikropaskowych.	2				
6.	<b>Synteza charakterystyki promieniowania.</b> Metody wyznaczania rozkładu prądów dla anteny liniowej oraz na aperturze prostokątnej. Metoda Fouriera, metoda fal elementarnych, metoda Woodwarda. Przybliżone metody rozwiązywania zagadnień syntezy.	2				
7.	<b>Równanie Poklintona i Hallena.</b> Równania całkowite anten. Wyprowadzenie równania Poklintona i Hallena.	2				
8.	<b>Ortogonalność funkcji.</b> Opis pola elektromagnetycznego przy zastosowaniu funkcji ortogonalnych w klasie funkcji całkowitych. Funkcje z podwójną ortogonalnością.	2				
9.	<b>Synteza charakterystyki promieniowania oraz ortogonalność funkcji - ćwiczenia</b>		2			
10.	<b>Ciągłe przekształcenie Fouriera w zastosowaniu do zagadnień promieniowania.</b>	2				

	Podstawy matematyczne. Przekształcenie Fouriera sygnałów o skończonej mocy.					
11.	<b>Analiza sygnałów w zastosowaniu do zagadnień promieniowania.</b> Matematyczna reprezentacja sygnałów. Sygnały elementarne, okresowe i nieokresowe. Sygnały dyskretne o ograniczonej energii. Sygnały uogólnione. Splot sygnałów.	2				
12.	<b>Dyskretne przekształcenie Fouriera (FFT) w elektrodynamice.</b> Podstawy matematyczne przekształcenia. Estymacja widma sygnałów analogowych. Dyskretny szereg Fouriera. Właściwości FFT.	2				
13.	<b>Analiza sygnałów oraz dyskretne przekształcenie Fouriera - ćwiczenia</b>		2			
14.	<b>Metody wariacyjne. Metoda Galerkina oraz Ritza.</b> Omówienie prostych przykładów zagadnień wariacyjnych. Metody przybliżone rozwiązywania zagadnień wariacyjnych – metoda Galerkina oraz metoda Ritza.	2				
15.	<b>Metoda FDTD</b> Metoda elementów skończonych. Metoda elementów brzegowych. FDTD.	2				
<b>Razem</b>		<b>24</b>	<b>6</b>			

## 7. LITERATURA

### podstawowa:

- R. Kubacki, Anteny mikrofalowe; technika i środowisko, Wyd.: WKŁ, Warszawa 2007.
- R. Garg, Analytical and computational methods in electromagnetics, Ed. Artec House, Boston 2008.
- J. M. Wojciechowski, Sygnały i systemy, Wyd.: WKŁ, Warszawa 2008.
- S. Bolkowski, M. Stabrowski, J. Skoczylas, J. Sroka, Komputerowe metody analizy pola elektromagnetycznego, Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 1993.

### uzupełniająca:

- A. Zagórski, Metody matematyczne fizyki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007.
- A.K. Sarychev, V.M. Shalaev, Electrodynamics of metamaterials, Ed. World Scientific, New Jersey 2007.
- A. Krawczyk, Podstawy elektromagnetyzmu matematycznego, Wyd. Instytut Naukowo-Badawczy ZTUREK, Warszawa 2001

## 8. SPOSOBY WERYFIKACJI ZAKŁADANYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Przedmiot zaliczany jest na podstawie egzaminu.

- Egzamin przeprowadzany jest w formie ustnej i obejmuje całość programu przedmiotu.
- Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest uzyskanie oceny pozytywnej z ćwiczeń.
- Efekty MMPE\_W1, MMPE\_U1 i MMPE\_K1 sprawdzane są w na ćwiczeniach.
- Efekty MMPE\_W2 i MMPE\_U2 sprawdzane są na egzaminie.

autor sylabusu



dr hab. inż. Roman KUBACKI

tytuł, stopień naukowy, Imię i NAZWISKO, podpis

kierownik jednostki organizacyjnej  
odpowiedzialnej za przedmiot



dr inż. Jarosław MICHALAK

tytuł, stopień naukowy, Imię i NAZWISKO, podpis

DYREKTOR  
Instytutu Telekomunikacji  
Wydziału Elektroniki WAT

dr hab. inż. Jerzy ŁOPATKA